

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
6. Oktober 2005 (06.10.2005)

PCT

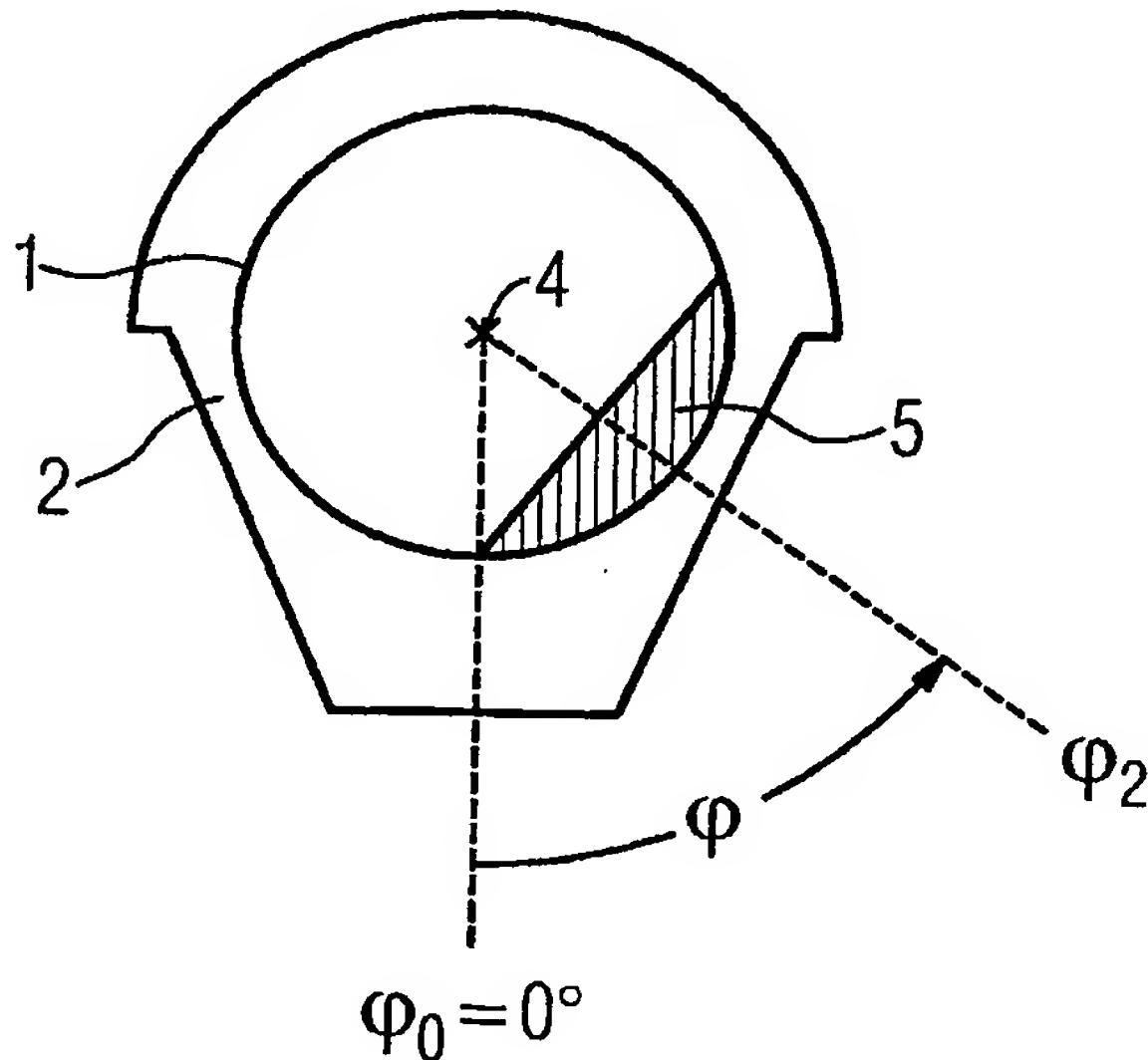
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/092508 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: B02C 17/18, 17/24, 23/04, 25/00
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/051029
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
8. März 2005 (08.03.2005)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 015 057.5 25. März 2004 (25.03.2004) DE
- (71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): BECKER, Norbert [DE/DE]; Gartenstr. 14, 91341 Röttenbach (DE). SMITS, Stefan [DE/DE]; An der Fehdenwiese 9, 91334 Hemhofen (DE). TISCHLER, Kurt [DE/DE]; Luise-Kiesselsbach-Strasse Nr. 58, 91052 Erlangen (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

(54) Title: METHOD, CONTROL DEVICE AND DRIVE DEVICE FOR DETACHING A CHARGE STUCK TO THE INNER WALL OF A GRINDING PIPE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN, STEUERVORRICHTUNG UND ANTRIEBSVORRICHTUNG ZUM LÖSEN EINER FESTGEKLEBTEN LADUNG VON DER INNENWAND EINES MAHLROHRS



(57) Abstract: The invention relates to a method for detaching a charge (5) which is stuck to the inner wall of a grinding pipe (1), wherein the drive device (2) of the grinding pipe (1) is controlled by a control device (3) for targeted removal of the charge (5) that is stuck. The grinding pipe (1) is rotated in a targeted manner such that the charge (5) that is stuck is removed from the inner wall of the grinding pipe (1) as a result of multiple modification of the rotational speed of the grinding pipe (1) and, optionally, as a result of abrupt braking of the grinding pipe (1). Generally speaking, the material-dependent maximum angle of rotation  $\Phi$  of the grinding pipe is not exceeded in order to avoid the charge that is stuck from falling in an uncontrolled manner. The invention supercedes labour-intensive and protracted methods for detaching such charges (5) since the tasks can be carried out by the same motor of the drive device (2) which is used to drive the grinding pipe (1) during the grinding process.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Lösen einer festgeklebten Ladung (5) von der Innenwand eines Mahlrohrs (1), wobei die Antriebsvorrichtung (2) des Mahlrohrs (1) zum gezielten Lösen der festgeklebten Ladung (5) von einer Steuervorrichtung

**WO 2005/092508 A1**

(3) angesteuert wird. Das Mahlrohr (1) wird dabei derart gezielt gedreht, dass sich durch die mehrmalige Änderung der Drehgeschwindigkeit des Mahlrohrs (1) und gegebenenfalls durch das abrupte Abbremsen des Mahlrohrs (1) die festgeklebte Ladung (5) von der Innenwand des Mahlrohrs (1) löst. Dabei wird ein in der Regel materialabhängig bestimmter maximaler Drehwinkel  $\phi$  des Mahlrohrs (1) nicht überschritten um ein unkontrolliertes Abstürzen der festgeklebten Ladung (5) zu vermeiden. Durch die Erfindung werden arbeitsintensive und zeitaufwendige Verfahren zum Lösen der festgeklebten Ladung (5) überflüssig, da diese durch den selben Motor der Antriebsvorrichtung (2) gelöst werden kann, der auch während des Mahlbetriebs zum Antrieb des Mahlrohrs (1) verwendet wird.



MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## Beschreibung

Verfahren, Steuervorrichtung und Antriebsvorrichtung zum Lösen einer festgeklebten Ladung von der Innenwand eines Mahlrohrs

5

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Lösen einer festgeklebten Ladung von der Innenwand eines Mahlrohrs, insbesondere einer Rohrmühle, eine Steuervorrichtung für die Antriebsvorrichtung eines Mahlrohrs sowie eine Antriebsvorrichtung eines Mahlrohrs.

Rohrmühlen werden vorzugsweise zum Mahlen von Materialien wie Erz eingesetzt. Es ist nicht unüblich, dass der Betrieb einer

15

Rohrmühle für eine längere Zeitdauer unterbrochen wird und die Rohrmühle stillsteht. Dies geschieht beispielsweise aus Wartungsgründen. Während des Stillstands der Rohrmühle kann sich das im Mahlrohr der Rohrmühle befindliche Material festigen und an der Innenwand des Mahlrohrs festkleben. Derartig festgeklebtes, verfestigtes, an der Innenwand des Mahlrohrs haftendes Material wird als festgeklebte Ladung oder auch als "frozen charge" bezeichnet. Wird die Rohrmühle nach längerem Stillstand wieder in Betrieb genommen besteht die Gefahr, dass sich die festgeklebte Ladung in großer Höhe vom Mahlrohr

20

25

ab löst, abstürzt und beim anschließenden Aufschlagen auf das Mahlrohr erhebliche Schäden an der Rohrmühle bewirkt.

Deshalb existieren Einrichtungen, die das Vorhandensein festgeklebter Ladungen erkennen und die, wenn das Vorhandensein

30

einer festgeklebten Ladung erkannt wird, die Rohrmühle abschalten. Eine derartige Einrichtung ist beispielsweise in der deutschen Offenlegungsschrift DE 35 28 409 A1 beschrieben.

35

Wird eine festgeklebte Ladung erkannt und die Rohrmühle abgeschaltet, muss anschließend die festgeklebte Ladung in aufwendiger Weise entfernt werden. Dies geschieht z.B. durch

Aufweichen indem Wasser auf die festgeklebte Ladung gesprüht wird und/oder unter Einsatz von Presslufthämmern. Das Entfernen einer festgeklebten Ladung bedingt einen äußerst hohen größtenteils manuellen Arbeitsaufwand und ist sehr zeitintensiv.

Aufgabe der Erfindung ist es, das Entfernen einer festgeklebten Ladung auf einfache und effiziente Weise zu ermöglichen. Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1, durch eine Steuervorrichtung gemäß Patentanspruch 13 und durch eine Antriebsvorrichtung gemäß Patentanspruch 16.

Gemäß der Erfindung wird die Antriebsvorrichtung des Mahlrohrs zum Lockern und Lösen der festgeklebten Ladung benutzt. Durch Ansteuerung bzw. Regelung der Antriebsvorrichtung des Mahlrohrs zum gezielten Lösen der festgeklebten Ladung wird das Mahlrohr in einem Winkelbereich gedreht, indem fallendes Material keine Schäden am Mahlrohr oder anderen Bestandteilen der Rohrmühle hervorruft. Zeitaufwendige manuelle Eingriffe können so in den meisten Fällen unterbleiben.

Mit Vorteil werden Drehwinkel und Drehgeschwindigkeit des Mahlrohrs durch die Antriebsvorrichtung geändert. Durch gezielte Änderung der Drehbewegung, d.h. Änderung von Beschleunigung und Drehrichtung des Mahlrohrs, wird die festgeklebte Ladung gelockert und von der Innenwand des Mahlrohrs gelöst, ohne Beschädigungen an der Rohrmühle zu verursachen.

Mit Vorteil wird ein maximaler Betrag des Drehwinkels kleiner  $180^\circ$  nicht überschritten. Es wird ausgeschlossen, dass das Mahlrohr eine vollständige Umdrehung durchführt.

Mit Vorteil wird ein maximaler Betrag des Drehwinkels kleiner gleich  $90^\circ$  nicht überschritten. Ist der Betrag des Drehwinkels nicht größer als  $90^\circ$ , ist ein Absturz der festgeklebter

Ladung deutlich weniger wahrscheinlich als bei größeren Be-trägen des Drehwinkels.

Mit Vorteil ist der maximale Betrag des Drehwinkels von der  
5 Materialbeschaffenheit der festgeklebten Ladung abhängig. Oft  
liegt der maximale Betrag des Drehwinkels, bis zu dem Abstür-  
ze der festgeklebten Ladung mit hoher Wahrscheinlichkeit kei-  
ne beschädigende Auswirkungen auf die Rohrmühle haben oder  
sogar ausgeschlossen sind, deutlich unter  $90^\circ$ . Teilweise wird  
10 der maximale Betrag des Drehwinkels sogar auf verhältnismäßig  
nahe  $0^\circ$  eingeschränkt werden müssen. Um das gezielte Lösen  
der festgeklebten Ladung zum einen in möglichst kurzer Zeit  
und zum anderen bei möglichst geringem Risiko zu ermöglichen,  
wird der maximale Betrag des Drehwinkels in Abhängigkeit von  
15 der Materialbeschaffenheit der festgeklebten Ladung bestimmt.

Mit Vorteil wird der Drehwinkel um mindestens einen vorgege-  
benen Drehwinkel schwingend eingestellt.

20 Mit Vorteil wird der Drehwinkel nacheinander um mehrere vor-  
gegebene Drehwinkel mit gleichem Vorzeichen schwingend einge-  
stellt wird.

Mit Vorteil wird der Drehwinkel nacheinander um mehrere vor-  
25 gegebene Drehwinkel mit unterschiedlichem Vorzeichen schwin-  
gend eingestellt.

Durch die Hin- und Herbewegung des Mahlrohrs gemäß den voran-  
gehenden Ausprägungen der Erfindung löst sich die festgekleb-  
30 te Ladung verhältnismäßig rasch von der Innenwand des Mahl-  
rohrs, wobei gleichzeitig ein Schäden verursachender Absturz  
vermieden wird.

Mit Vorteil wird das Mahlrohr mindestens einmal bei einem  
35 vorgegebenen Drehwinkel abrupt gebremst. Durch das plötzliche  
Verringern der Drehgeschwindigkeit des Mahlrohrs wirken durch  
die Trägheit bedingte, stark lösende Kräfte auf die festge-

klebte Ladung. Nach ein- oder mehrmaligem Abbremsen des Mahlrohrs, insbesondere während einer durch die Drehung des Mahlrohrs bedingten abwärts gerichteten Bewegungsphase der festgeklebten Ladung, werden sich die festgeklebte Ladung und/oder Teile der festgeklebten Ladung vom Mahlrohr lösen und idealerweise rutschend nach unten weiterbewegen.

Mit Vorteil wird das Mahlrohr abrupt bis zum Stillstand gebremst. Bei plötzlicher, diskontinuierlicher Änderung der Geschwindigkeit des Mahlrohrs auf Null, wirken besonders starke durch die Trägheit bedingte, lösende Kräfte auf die festgeklebte Ladung.

Mit Vorteil wird zum Lösen der festgeklebten Ladung derselbe Motor verwendet wie zur Drehung des Mahlrohrs im Mahlbetrieb. Dadurch dass derselbe Motor zum Antrieb des Mahlrohr sowohl im Mahlbetrieb als auch zum Lösen der festgeklebten Ladung verwendet wird entfallen aufwendige Umrüst- bzw. Umschaltvorgänge.

Mit Vorteil wird die festgeklebte Ladung befeuchtet. Das Lösen der festgeklebten Ladung wird beispielsweise durch Beprühen mit Wasser erleichtert. Die Konsistenz und die Haftfähigkeit der festgeklebten Ladung wird durch Befeuchten zweckdienlich beeinflusst.

Mit Vorteil weist die erfindungsgemäße Steuervorrichtung Mittel zur Vorgabe eines Fahrzyklus für das Mahlrohr auf. Derart wird ein gezieltes Lösen der festgeklebten Ladung im wesentlichen weitestgehend automatisch und ohne Beschädigung des Mahlrohrs ermöglicht.

Mit Vorteil weist die Steuervorrichtung eine feldorientierte Regeleinrichtung auf. Die Ansteuerung bzw. Regelung der Antriebsvorrichtung zum gezielten Lösen der festgeklebten Ladung wird so wesentlich vereinfacht.

Mit Vorteil weist die erfindungsgemäße Antriebsvorrichtung einen Motor auf, der das Mahlrohr sowohl im Mahlbetrieb als auch zum Lösen der festgeklebten Ladung antreibt. Der Aufbau der Antriebsvorrichtung und der Rohrmühle insgesamt wird so 5 einfacher, robuster, kompakter und kostengünstiger

Mit Vorteil ist der Motor der Antriebsvorrichtung mit einem Umrichter gekoppelt.

10 Mit Vorteil ist der Motor ein Ringmotor. Durch die Verwendung eines getriebelosen als Ringmotor ausgebildeten Antriebs wird die Rohrmühle robuster und wartungsärmer, und das beschriebene System zum gezielten Lösen der festgeklebten Ladung ist leicht implementierbar.

15 Weitere Einzelheiten der Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beispielhaft beschrieben. Es zeigen:

20 FIG 1 den schematischen Aufbau einer Rohrmühle,  
FIG 2 und FIG 3 einen Schnitt durch das Mahlrohr einer  
Rohrmühle,  
FIG 4 bis FIG 6 mögliche Drehbewegungen des Mahlrohrs zum  
gezielten Lösen einer festgeklebten Ladung.

25 FIG 1 zeigt den schematischen Aufbau einer Rohrmühle wie sie beispielsweise zum Mahlen von Erzen verwendet wird. Die Rohrmühle weist ein Mahlrohr 1 auf, das mit einer Antriebsvorrichtung 2 gekoppelt ist. Des weiteren ist eine Steuervorrichtung 3 vorgesehen, die Steuer- bzw. Regelsignale an die Antriebsvorrichtung 2 gibt. Die Steuervorrichtung 3 kann auch Signale, beispielsweise Messsignale von der Antriebsvorrichtung 2 oder anderen Bestandteilen der Rohrmühle entgegennehmen und verarbeiten. Das Mahlrohr 1 ist vorzugsweise trommelförmig ausgebildet. Die Rohrmühle weist Lagervorrichtungen für das Mahlrohr 1 auf, die in der Zeichnung nicht näher dargestellt sind.

Die Antriebsvorrichtung 2 der Rohrmühle weist zumindest einen Motor auf, der beispielsweise als Ringmotor ausgebildet ist. Der Motor ist mit einem nicht näher dargestellten Umrichter gekoppelt. Die Ausprägung des Motors als Ringmotor ermöglicht 5 einen getriebelosen Antrieb des Mahlrohrs 1 und somit einen besonders robusten Betrieb der Rohrmühle.

Die Antriebsvorrichtung 2 ist vorzugsweise als feldorientierte Drehfeldmaschine ausgebildet, wobei in der Steuervorrichtung 10 3 eine feldorientierte Regeleinrichtung vorgesehen ist. Die feldorientierte Regeleinrichtung ist beispielsweise als Flussrechner ausgebildet.

Die Rohrmühle arbeitet normalerweise im Mahlbetrieb, d.h., 15 die Antriebsvorrichtung 2 treibt das Mahlrohr derart an, dass das im Mahlrohr 1 befindliche Material durch die Bewegung des Mahlrohrs 1 zerkleinert wird. Das Material ist im Mahlbetrieb locker und nicht mit dem Mahlrohr 1 verklebt. Wird der Mahlbetrieb für längere Zeit unterbrochen, kann es wie eingangs 20 beschrieben, zu dem Problem des Auftretens von festgeklebten Ladungen sogenannten "frozen charges" kommen.

FIG 2 zeigt einen Schnitt durch das Mahlrohr 1 einer Rohrmühle, wobei das Mahlrohr 1 von einer Antriebsvorrichtung 2 hier 25 einem schematisch dargestellten Ringmotor mit einer Lagervorrichtung umgeben ist. Das Mahlrohr 1 ist um die Drehachse 4 mittels der Antriebsvorrichtung 2 drehbar gelagert. Der schraffiert dargestellte Bereich im Inneren des Mahlrohrs 1 stellt schematisch eine festgeklebte Ladung 5 dar. Die festgeklebte Ladung 5 entsteht aus Material, das während längeren Stillstands der Rohrmühle praktisch zu einem starren Körper verfestigt, zusammengebacken, zusammengefroren, verklebt, verpresst oder versintert ist. In FIG 2 wurde der Schwerpunkt 30 der festgeklebten Ladung 5 gegenüber einer durch  $\phi_0 = 0^\circ$  gekennzeichneten Anfangslage um den Drehwinkel  $\phi$  bis zu einem durch  $\phi_1$  gekennzeichneten Drehwinkel ausgelenkt.

FIG 3 zeigt eine festgeklebte Ladung 5, deren Schwerpunkt um den durch  $\varphi_2$  gekennzeichneten Drehwinkel ausgelenkt wurde. Die in FIG 3 dargestellte Drehrichtung ist der Drehrichtung aus FIG 2 entgegengesetzt.

5

Im folgenden werden Auslenkungen in einem positiven Drehwinkelbereich  $\varphi_0 < \varphi \leq 180^\circ$  und Auslenkungen in einem negativen Drehwinkelbereich  $-180^\circ < \varphi < \varphi_0$  betrachtet. Dementsprechend ist  $\varphi_1$  in FIG 2 ein positiver,  $\varphi_2$  in FIG 3 ein negativer 10 Drehwinkel  $\varphi$ .

Die in FIG 1 gezeigte Steuervorrichtung 3 der Antriebsvorrichtung 2 der Rohrmühle ist wie eingangs beschrieben vorzugsweise derart ausgestaltet, dass festgeklebte Ladungen 5 15 derart früh erkannt werden, dass ihr Abstürzen durch Anhalten der Rohrmühle vermieden wird. Festgeklebte Ladungen können auch visuell, z.B. durch einen Bediener der Rohrmühle entdeckt werden.

20 Wir eine festgeklebte Ladung 5 entdeckt, so wird die festgeklebte Ladung 5 vor Wiederaufnahme des Mahlbetriebs erfundungsgemäß dadurch gelöst, dass die Antriebsvorrichtung 2 des Mahlrohrs derart angesteuert wird, dass durch Änderung des Drehwinkels  $\varphi$  und der Drehgeschwindigkeit des Mahlrohrs 1 die 25 festgeklebte Ladung gezielt abgelöst wird. Dabei wird vorzugsweise der selbe Motor verwendet der auch im Mahlbetrieb das Mahlrohr 1 antreibt.

Beim Lösen der festgeklebten Ladung stellt die Steuervorrichtung 3 sicher, dass der Betrag des Drehwinkels  $\varphi$  einen bestimmten Maximalbetrag nicht überschreitet. Derart wird vermieden, dass die festgeklebte Ladung 5 aus zu großer Höhe abstürzt und Schäden an der Rohrmühle verursacht. Der maximale Betrag des Drehwinkels  $\varphi$  liegt im Intervall  $0^\circ < |\varphi| < 180^\circ$  35 und wird mit Vorteil in Abhängigkeit der Zusammensetzung und der Beschaffenheit des Materials der festgeklebten Ladung 5

bestimmt. Der maximale Betrag des Drehwinkels  $\phi$  kann auch im Intervall  $0^\circ < |\phi| \leq 90^\circ$  bestimmt werden.

FIG 4 und FIG 5 zeigen schematisch die Auslenkung des Mahlrohrs 1 um den Drehwinkel  $\phi$  zum gezielten Lösen einer festgeklebten Ladung über die Zeit  $t$  aufgetragen. Um die festgeklebte Ladung 5 von der Innenwand des Mahlrohrs 1 abzulösen, wird das Mahlrohr 1 gezielt von einer Ausgangsposition ausgelenkt und schwingt dann sinusförmig um die Drehwinkel  $\phi_1$  bzw.  $\phi_2$ . Die Ausgangsposition im gezeigten Beispiel liegt bei  $\phi_0 = 0^\circ$ , kann aber auch anders vorgegeben sein.

In FIG 5 sind mehrere Zeitabschnitte  $T_1$  bis  $T_4$  gekennzeichnet. In jedem dieser Zeitabschnitte  $T_1$  bis  $T_4$  schwingt das Mahlrohr um einen bestimmten Drehwinkel  $\phi_1$  bzw.  $\phi_2$ . Anders als beispielhaft in den Figuren 4 und 5 dargestellt, kann sich die Amplitude der Schwingung des Drehwinkels  $\phi$  um die Drehwinkel  $\phi_1$  bzw.  $\phi_2$  auch ändern bzw. geändert werden. Die Amplitude kann dabei innerhalb der Zeitabschnitte  $T_1$  bis  $T_4$  und/oder im Vergleich der Zeitabschnitte  $T_1$  bis  $T_4$  zueinander veränderlich sein.

Es ist möglich, dass das Mahlrohr 1 um einen oder mehrere positive Drehwinkel  $\phi_1$  schwingt. Es ist auch möglich, dass das Mahlrohr 1 um einen oder mehrere negative Drehwinkel  $\phi_2$  schwingt. Das Mahlrohr 1 kann auch um einen oder mehrere positive und um einen oder mehrere negative Drehwinkel  $\phi_1$  bzw.  $\phi_2$  schwingend eingestellt werden.

Die in FIG 1 gezeigte Steuervorrichtung 3 für die Antriebsvorrichtung 2 weist vorzugsweise Mittel zur Vorgabe eines Fahrzyklus für das Mahlrohr 1 auf, um die Bewegung des Mahlrohrs 1 wie vorangehend beschrieben zu steuern bzw. zu regeln.

Das Lösen der festgeklebten Ladung 5 kann durch Zufuhr von Wasser unterstützt werden. Wird die festgeklebte Ladung 5 be-

feuchtet, so löst sie sich leichter von der Innenwand des Mahlrohrs 1.

FIG 6 zeigt schematisch wie das Mahlrohr 1 zunächst in Bewegung versetzt wird und dann mehrmals aus der Bewegung abrupt abgebremst wird. Das Abbremsen kann, wie in der Figur gezeigt, derart erfolgen, dass das Mahlrohr 1 für begrenzte Zeit zum Stillstand kommt, oder auch derart dass es seine Drehgeschwindigkeit abrupt deutlich verlangsamt. Es kann auch ein Wechsel der Drehrichtung erfolgen. Beim abrupten Abbremsen des Mahlrohrs 1 wirkt die Trägheit der festgeklebten Ladung 5 lösend auf diese ein.

Der Grundgedanke der Erfindung lässt sich im wesentlichen wie folgt zusammenfassen:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Lösen einer festgeklebten Ladung 5 von der Innenwand eines Mahlrohrs 1, wobei die Antriebsvorrichtung 2 des Mahlrohrs 1 zum gezielten Lösen der festgeklebten Ladung 5 von einer Steuervorrichtung 3 angesteuert wird. Das Mahlrohr 1 wird dabei derart gezielt gedreht, dass sich durch die mehrmalige Änderung der Drehgeschwindigkeit des Mahlrohrs 1 und gegebenenfalls durch das abrupte Abbremsen des Mahlrohrs 1 die festgeklebte Ladung 5 von der Innenwand des Mahlrohrs 1 löst. Dabei wird ein in der Regel materialabhängig bestimmter maximaler Drehwinkel  $\phi$  des Mahlrohrs 1 nicht überschritten um ein unkontrolliertes Abstürzen der festgeklebten Ladung 5 zu vermeiden. Durch die Erfindung werden arbeitsintensive und zeitaufwendige Verfahren zum Lösen der festgeklebten Ladung 5 überflüssig, da diese durch den selben Motor der Antriebsvorrichtung 2 gelöst werden kann, der auch während des Mahlbetriebs zum Antrieb des Mahlrohrs 1 verwendet wird.

Die Erfindung betrifft auch eine Antriebsvorrichtung 2 für ein Mahlrohr 1 und eine Steuervorrichtung 3 für eine derartige Antriebsvorrichtung 2.

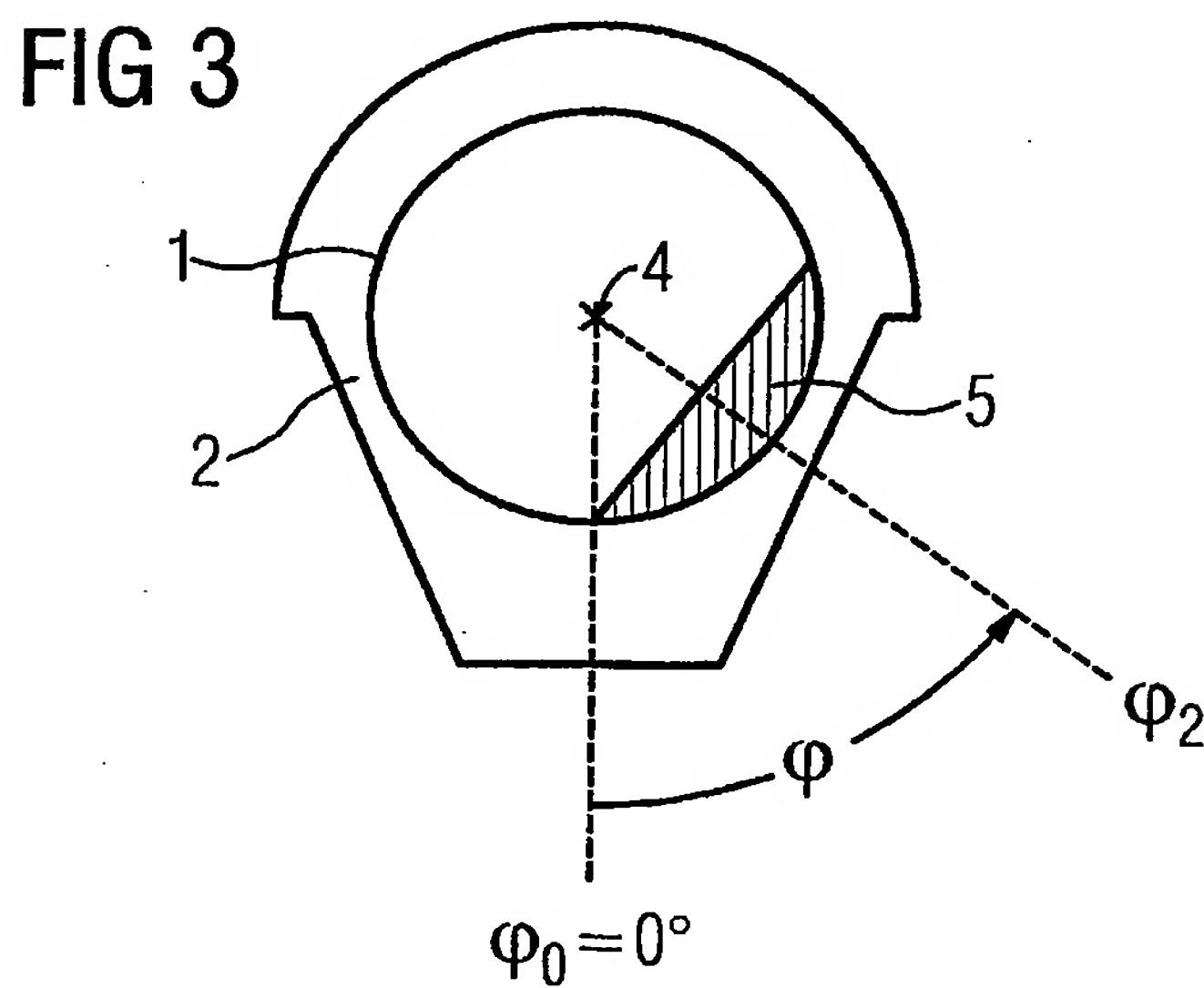
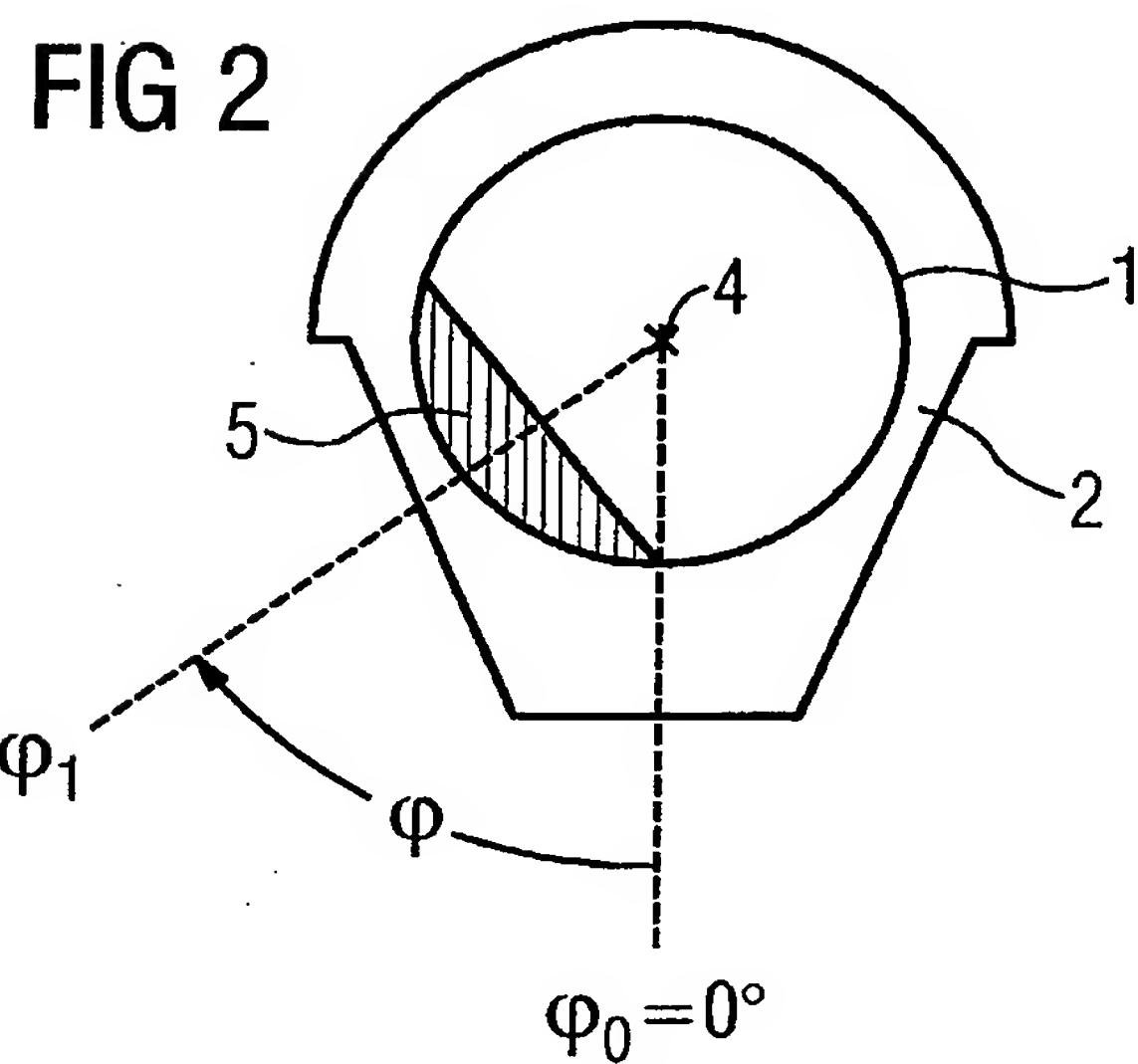
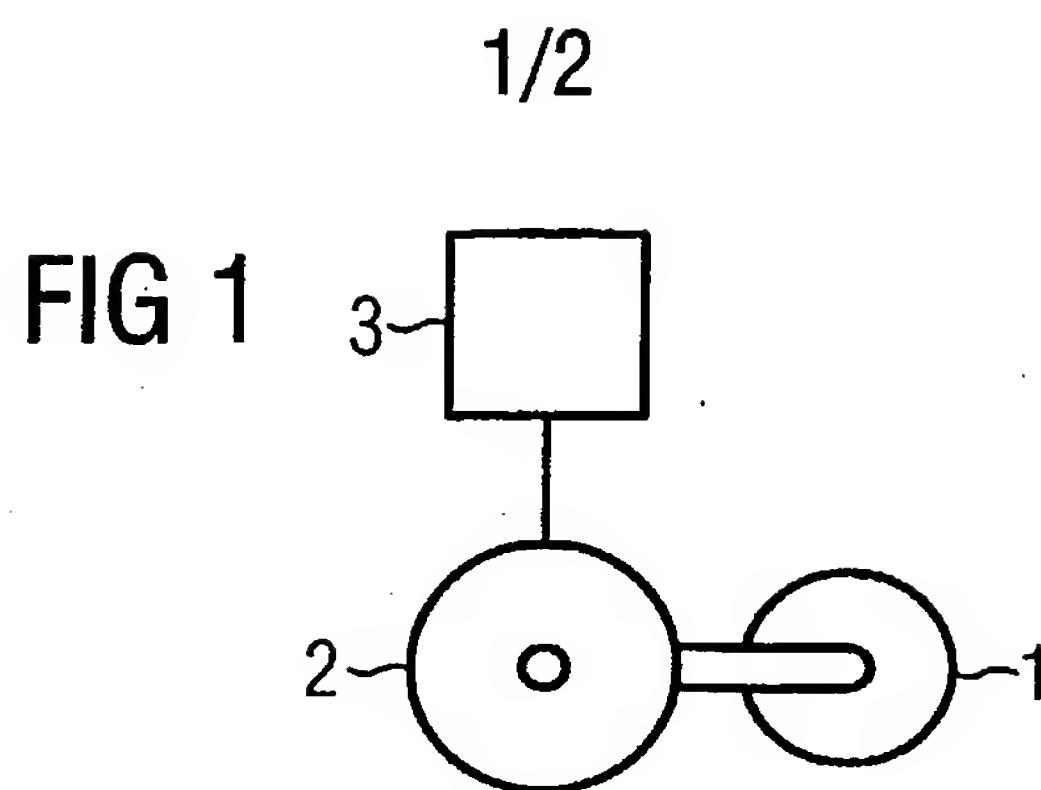
## Patentansprüche

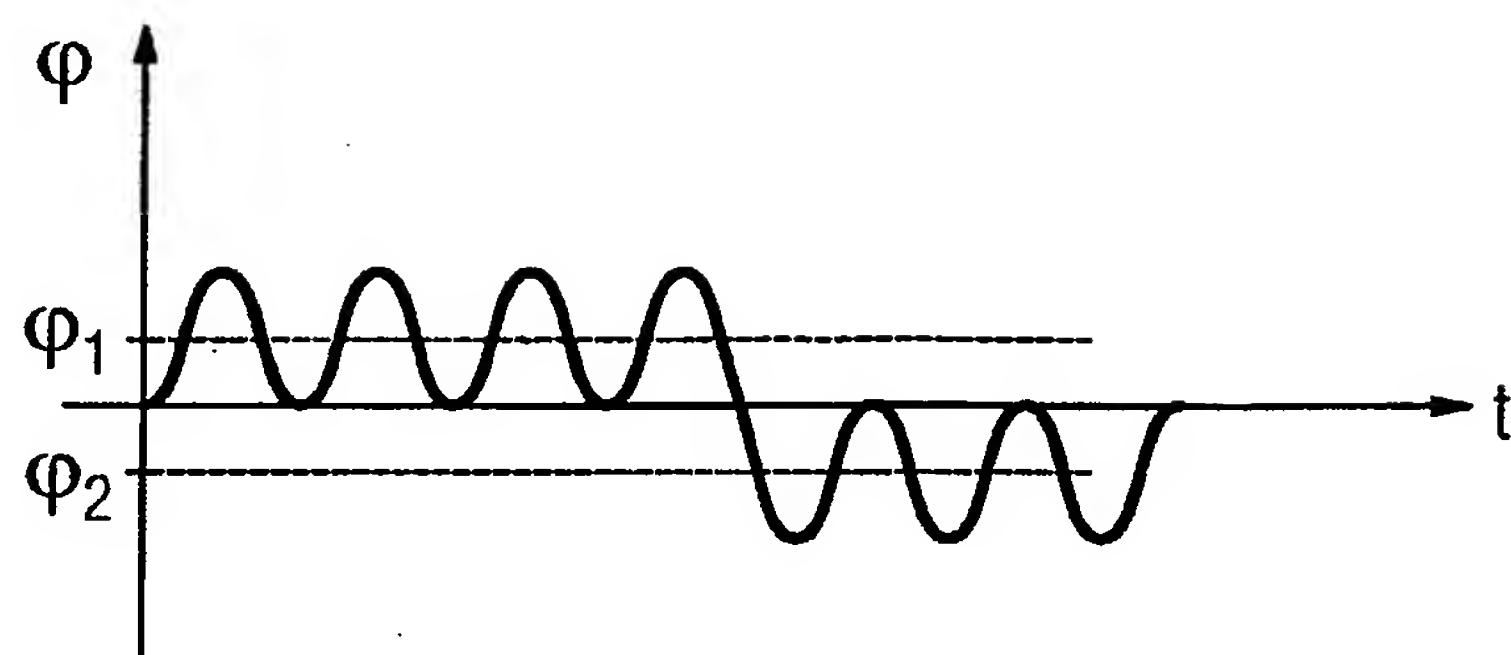
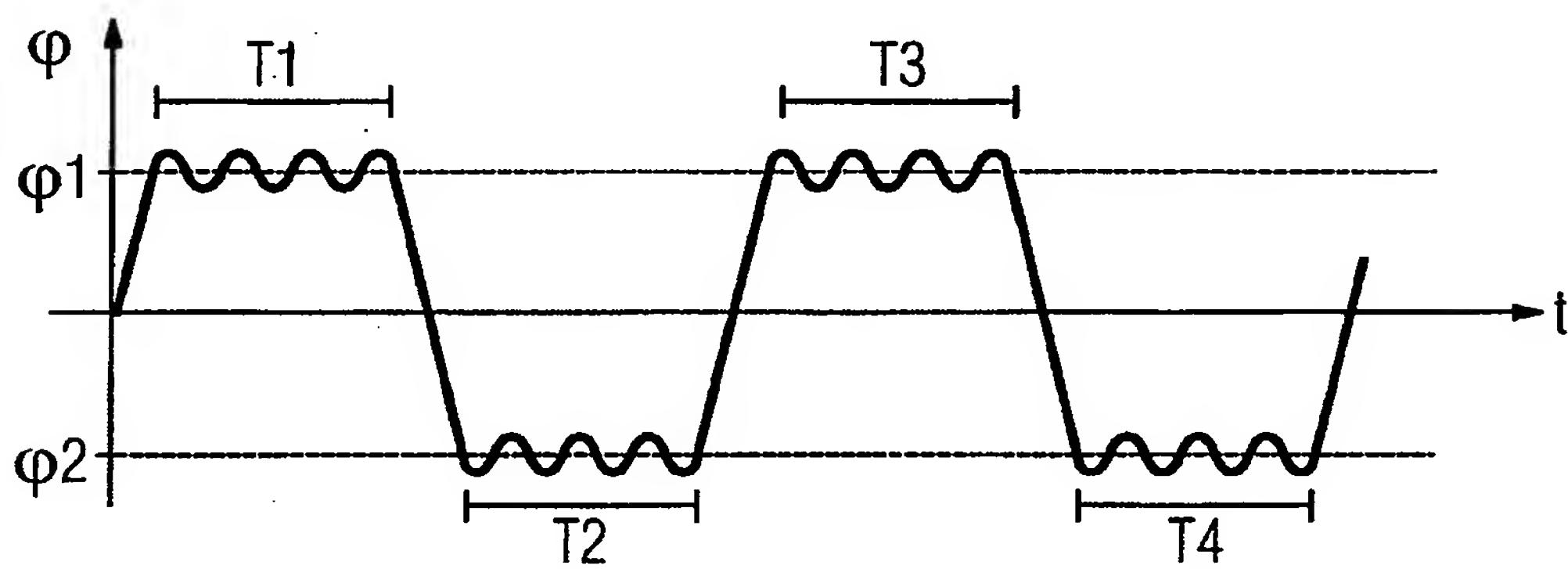
1. Verfahren zum Lösen einer festgeklebten Ladung (5) von der Innenwand eines Mahlrohrs (1), dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsvorrichtung (2) des Mahlrohrs (1) zum gezielten Lösen der festgeklebten Ladung (5) angesteuert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Drehwinkel ( $\phi$ ) und Drehgeschwindigkeit des Mahlrohrs (1) durch die Antriebsvorrichtung (2) geändert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein maximaler Betrag des Drehwinkels ( $\phi$ ) kleiner  $180^\circ$  nicht überschritten wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein maximaler Betrag des Drehwinkels ( $\phi$ ) kleiner gleich  $90^\circ$  nicht überschritten wird.
5. Verfahren einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der maximale Betrag des Drehwinkels ( $\phi$ ) von der Materialbeschaffenheit der festgeklebten Ladung (5) abhängig ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehwinkel ( $\phi_1$ ) um mindestens einen vorgegebenen Drehwinkel ( $\phi_1, \phi_2$ ) schwingend eingestellt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehwinkel ( $\phi$ ) nacheinander um mehrere vorgegebene Drehwinkel ( $\phi_1$  bzw.  $\phi_2$ ) mit gleichem Vorzeichen schwingend eingestellt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehwinkel ( $\phi$ ) nacheinander um mehrere vorgegebene Drehwinkel ( $\phi_1, \phi_2$ ) mit unterschiedlichem Vorzeichen schwingend eingestellt wird.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Mahlrohr (1) mindestens einmal bei einem vorgegebenen Drehwinkel ( $\phi$ ) abrupt gebremst wird.
- 5 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Mahlrohr (1) abrupt bis zum Stillstand gebremst wird.
11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zum Lösen der festgeklebten Ladung (5) 10 derselbe Motor verwendet wird wie zur Drehung des Mahlrohrs (1) im Mahlbetrieb.
12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die festgeklebte Ladung (5) befeuchtet 15 wird.
13. Steuervorrichtung (3) für die Antriebsvorrichtung (2) eines Mahlrohrs (1) zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der vorangehenden Ansprüche.
- 20 14. Steuervorrichtung (3) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass sie Mittel zur Vorgabe eines Fahrzyklus für das Mahlrohr (1) aufweist.
- 25 15. Steuervorrichtung (3) nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine feldorientierte Regeleinrichtung aufweist.
16. Antriebsvorrichtung (2) für ein Mahlrohr (1) mit einer 30 Steuervorrichtung (3) gemäß einem der Ansprüche 13 bis 15.
17. Antriebsvorrichtung (2) gemäß Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Motor aufweist, der das Mahlrohr (1) sowohl im Mahlbetrieb als auch zum Lösen der festgeklebten Ladung (5) antreibt.

18. Antriebsvorrichtung (2) gemäß Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Motor mit einem Umrichter gekoppelt ist.

5 19. Antriebsvorrichtung (2) gemäß Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Motor ein Ringmotor ist.



**FIG 4****FIG 5****FIG 6**